

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад**

**«Сумський державний університет»**

*Технічних систем та енергоефективних технологій*

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

*Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів*

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної (роботи)

*перший (бакалаврський)*

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

*виготовлення валу 4.2898–21–02*

Виконала: студентка IV курсу, групи ТМ-71К

напряму підготовки (спеціальності)

*131 – Прикладна механіка*

*(Технології машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Іценко Ю.Л.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О.Іванов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

**ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ 4.2898–21–02**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студентка

Іценко Ю.Л.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Форма № Н-9.01**

**Державний вищий навчальний заклад  
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Іванов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

*Іценко Юлія Леонідівна*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного  
процесу виготовлення валу 4.2898-21-02*

керівник проекту *Приходько О.М.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2021 року №07-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 14 » червня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

*Креслення деталі «Вал 4.2898-21-02»*

*Річний обсяг випуску деталей – 5000 шт.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі*

*4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі*

*4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації*

*4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі*

*4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку*

*4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

## 5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	<i>27.04.2021</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>29.04.2021</i>	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	<i>30.04.2021</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>02.05.2021</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	<i>04.05.2021</i>	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>19.05.2021</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установавання і закріплення заготовки</i>	<i>25.05.2021</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>28.05.2021</i>	
9	<i>Оформлення креслень</i>	<i>29.05.2021</i>	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	<i>05.06.2021</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>08.06.2021</i>	

Студент

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Іценко Ю.Л.

(прізвище та ініціали)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Записка: 63 с., 17 табл., 14 рис., 71 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – Вал 4.2898-21-02

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення валу 4.2898-21-02.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: фрезерно-центрувальна та шпонково-фрезерна. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування, карта налагодження, верстатний пристрій з пневмоприводом та маршрутний технологічний процес виготовлення валу 4.2898-21-02

ВАЛ, ЛАНЦЮГОВИЙ КОВШОВИЙ КОНВЕЄР, РЕДУКТОР, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИПУСКИ, СХЕМА БАЗУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ШПОНКОВА ФРЕЗА.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	10
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	21
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі .....	29
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	30
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	37
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	42
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	44
6.5 Розрахунки режимів різання .....	45
6.6 Технічне нормування операцій.....	57
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	61
Висновок.....	69
Список використаних джерел .....	70
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>			
		№ докум.	Підпис					
Розробив	Іщенко Ю.Л.			Проектування технологічного процесу виготовлення валу 4.2898-21-02	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив	Приходько О.М.				4	63		
Реценз.					КІСумДУ, ТМ-71к			
Н. Контр.	Динник О.Д.							
Затв.	Іванов В.О							

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, перехід до ринкових принципів господарювання, посилення конкуренції передбачає розширення номенклатури виробів, зменшення їх числа в серії. В результаті цього зростає число підприємств і цехів, орієнтованих на серійний і крупносерійний типи виробництва. Особливості сучасного машинобудівного виробництва, прагнення до його інтенсифікації в умовах частоті змінюваності продукції, що випускається висувають на перший план завдання скорочення термінів розробки технологічних процесів та підвищення якості проектних рішень.

Проектування технологічного процесу з урахуванням характеру виробництва і оперативна можливість коригування технологічного процесу в залежності від зміни виробничої ситуації багато в чому зумовлює ефективність роботи виробничої системи. Оновлення сучасного промислового потенціалу повинно здійснюватися в умовах зростання фондооснащеності, технічного переозброєння та модернізації виробництва, прискореного оновлення основного капіталу, скорочень життєвого циклу нової техніки, що тягне за собою скорочення термінів її розробки та освоєння, підвищення конкурентоспроможності продукції. Така стратегія передбачає залучення наукового потенціалу країни, її вчених до розробки інноваційних проектів.

Прогнозуючи перспективи розвитку машинобудування України, слід мати на увазі два напрямки: так зване «природне», тобто розвиток на базі фундаментальних і теоретичних досліджень у галузі природничих наук, і розвиток технологій машинобудування, пов'язаний зі станом економіки і динамікою організаційних перетворень в промисловості.

Перший напрямок передбачає збільшення обсягу високоефективних технологій на основі нових фізичних принципів, розвиток технології впливу на конструкційні матеріали.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

У найближчі роки очікується прогрес у розробці якісно нових засобів автоматизації технологічних процесів, максимально витісняють суб'єктивний фактор з системи забезпечення та відтворюваності необхідної якості машинобудівних конструкцій.

В останні роки в машинобудівному комплексі України гранично низький рівень використання виробничих потужностей, використовується морально і фізично застарілі технології та обладнання. Існуючі методи розробки технологічних процесів не спрямовані на підвищення гнучкості сучасного виробництва і не дозволяють приймати рішення на основі даних про реальну виробничої ситуації.

Таким чином, необхідно розробити технологію, яка була б максимальною мірою адаптована до виробництва і дозволяла б реалізувати всі можливості виробничої системи.

Одним із шляхів підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення виробів є вдосконалення діючих технологічних процесів та їх заміна більш прогресивними.

Ця робота проводиться на основі комплексного аналізу, як конструкції виробів (деталей), так і технології їх виготовлення, починаючи з вибору більш прогресивних видів заготовки. Серйозна увага приділяється підвищенню якості виробів, підвищенню їх надійності та довговічності.

Враховуючи те, що підприємства України на сьогоднішній день не мають достатніх коштів на придбання нового технологічного обладнання, основна увага приділяється вдосконаленню технологічних процесів на основі наявного обладнання, застосуванню більш досконалих пристроїв та інструментів.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6



# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Задана деталь «Вал 4.2898-21-02» входить до складу ланцюгового ковшового конвеєру, який зображений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Ланцюговий ковшовий конвеєр

Ланцюговий ковшовий конвеєр – механізм безперервної дії, що скріплений з тяговим органом за допомогою ланцюга. Ланцюг приводиться у рух за допомогою зачеплення зірочки та ланцюгової передачі. Ланцюговий ковшовий конвеєр слугує для переміщення сипучих матеріалів на значні відстані.

Вал 4.2898-21-02 входить до складу редуктора, як підтримуючий елемент зубчастого колеса, з метою передачі обертального моменту. Даний редуктор є номенклатурною продукцією угорської фабрики «TVH». Характерними особливостями одноступінчастих циліндричних редукторів (рис. 1.2) даної компанії є: допустиме радіальне консольне навантаження - від 7000 до 80000 Н; номінальний крутний момент - від 680 до 42000 Нм; частота обертання вихідного валу - від 630 до 1860 об / хв; коефіцієнт корисної дії (ККД) - від 90%

										Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 19090046-00 ПЗ

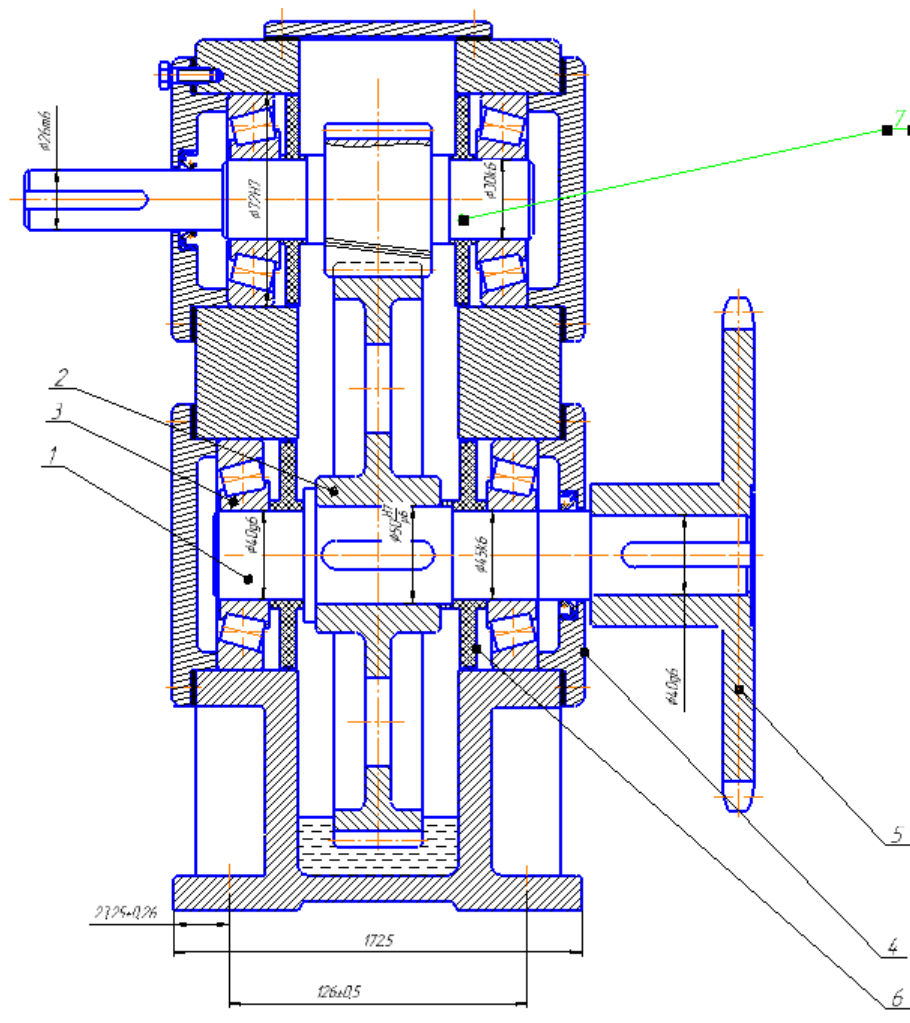


Рисунок 1.2 – Ескіз редуктора

Зубчасте колесо 2 закріплюється на «Валу 4.2898-21-02» 1 та призначена для передачі обертового моменту від привідного вала-шестерні 7 зірочки 5, за яку зачеплюють ланцюг. За допомогою підшипників 3, що встановлено на валу, він може вільно обертатися. Підшипники в свою чергу встановлюються в корпусі редуктора та закриваються кришками 4 з зовнішнього боку та манжетами 6 з внутрішнього.

Виконаємо аналіз поверхонь деталей (рис. 1.3)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 19090046-00 ПЗ

Арк.

8

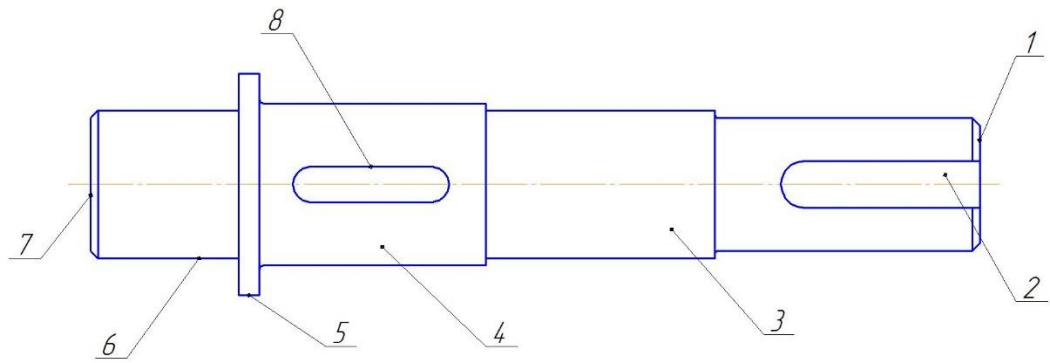


Рисунок 1.3 – Типові поверхні валу

Основна поверхня (основні робочі поверхні, за допомогою яких визначається положення деталі у виробі) – це поверхні 3 та 6;

Допоміжна поверхня (визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної) – це поверхні 2 та 8;

Виконавча поверхня (вказує на службове призначення даного виробу) – поверхня 4;

Вільні поверхні (ті, що не торкаються поверхонь інших деталей, призначені для з'єднання основних, допоміжних і виконавчих поверхонь між собою) – 1, 5, 7.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал – деталь простої геометричної форми, що дозволяє використати новітні методи обробки, наприклад: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів, що може бути виконано на верстатах нормальної точності.

До деталі «Вал» висувають наступні вимоги:

- а) точність циліндричних поверхонь  $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 50$  не гірше 6-го квалітету точності,  $\varnothing 75$  – не гірше 14-го квалітету точності;
- б) шорсткість циліндричних поверхонь не гірше  $Ra=1,6$  мкм;
- в) допуск циліндричності зовнішніх поверхонь не більше 0,02 мм.

Інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

Більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

Зробивши аналіз робочого креслення деталі «Вал 4.2998-21-02» можна зробити висновок, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 45 ГОСТ 1050-88 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчасті колеса, болти, піввісь, втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 45 наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2 [10]

Таблиця 2.1 - Хімічний склад Сталі 45

Масова частка елемента, %							
C	Si	Mn	As	Ni	Cu	S	P
				Не більше			
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,08	0,25	0,25	0,04	0,035

Таблиця 2.2 - Механічні властивості в залежності від перетину

$\sigma_0$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	НВ
590	24	25	137

Сталь 45 придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та має властивість гарної прогартовуваності, тому саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу HB 229...245

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{30}$ , який показує відношення всіх різних технологічних операцій виконуючих або підлягаючих виконанню підрозділом протягом місяця до числа робочих місць [8].

$$m_p = \frac{N_{\text{річ}} \cdot T_{\text{шт-к}}}{60 \times F_d \cdot \eta_{\text{з.н.ср.}}} \quad (3.1)$$

де  $N_{\text{річ}}$  – річна програма випуску деталей, 5000 шт;

$F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_d = 4029$  год;

$\eta_{\text{з.н.ср.}}$  – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{\text{шт}}$	$m_p$	P	$n_{\text{зф}}$	O
005	Фрезерно-центрувальна	0,62	0,002	1	0,002	38
010	Токарна	5,5	0,15	1	0,15	6
015	Шпонково-фрезерна	2,94	0,008	1	0,008	94
020	Шпонково-фрезерна	4,14	0,11	1	0,11	7
025	Круглошліфувальна	4,2	0,11	1	0,11	7
	Разом	-	-	5	-	152

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
------	------	----------	--------	-----

ТМ 19090046-00 ПЗ

Арк.

13

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}}{60 \times F\partial \times n_3}, \quad (3.2)$$

де  $N$  - річна програма випуску, шт.;

$T_{шт}$  - норма штучного часу, хв.;

$F\partial$  - дійсний річний фонд часу, год.;

$n_p$  - нормативний коефіцієнт завантаження

$$m_{p005} = \frac{5000 \times 0,62}{60 \times 4029 \times 0,75} = 0,002$$

Приймаємо  $P=1$  верстат. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

$$n_{з.ф.005} = \frac{0,07}{1} = 0,02$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_{з.н.}}{n_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,75}{0,02} = 38 \text{ шт}$$

						ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
							14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			



Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 4.1

$$\sum O_i = 38+6+94+7+7=152$$

$$\sum P_i = 1+1+1+1+1=5$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{zo} = \frac{152}{5} = 30,4$$

Тип виробництва дрібносерійний, так як виконується умова  $30 < K_{zo} < 40$ ,  $K_{zo}=30,4$ .

Всі подальші розрахунки будемо виконувати для умов дрібносерійного виробництва. Дрібносерійний тип виробництва характеризується вузькою номенклатурою виробів, які випускаються у невеликій кількості. Використовуються спеціальні і спеціалізовані верстати, які встановлюються по ходу технологічного процесу.

Пристрій та інструмент може застосовуватись як спеціальний, так і універсальний.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей:

$$N_{\text{доб.}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C} \quad (3.5)$$

де  $C$  – кількість робочих днів у році,  $C=254$  дня

$$N_{\text{доб.}} = \frac{2000}{254} = 8 \text{ шт/день}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot F_d}{254} \quad (3.6)$$

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 19090046-00 ПЗ

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Середня трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\Sigma T_{\text{шт-к}}}{n} \quad (3.7)$$

де  $n$  – число механічних операцій,  $n=5$ ;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{17,4}{5} = 3,48 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{F_{\text{доб.}}}{T_{\text{ср.}}} \cdot 0,6 \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{952}{17,4} \cdot 0,6 = 33 \text{ шт.}$$

При порівнянні  $N_{\text{доб.}}=33 < Q_{\text{доб.}} = 60$  бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання одно номенклатурної потокової лінії нерационально, тому приймаємо групову форму організації праці.

Кількість деталей у партії

$$n = \frac{(N_{\text{річ}} \cdot a)}{254} \quad (3.9)$$

де  $a = 10$  – періодичність запуску в днях.

$$n = \frac{5000 \cdot 10}{254} = 197$$

Приймаємо 197 шт.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

Коротка характеристика визначеного типу виробництва

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів і більш великими об'ємами випуску.

Дане виробництво є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, і підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування країни.

Обсяг випуску підприємств дрібносерійного типу коливається від десятків і сотень до тисяч регулярно повторюваних виробів. Використовується універсальне і специфіковану і частково спеціальне обладнання. При використанні універсальних верстатів повинні широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристосування, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент і, нарешті, вимірювальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, які забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це обладнання і оснащення можна застосувати в серійному виробництві досить широко, так як при повторюваності процесів виготовлення одних і тих же деталей зазначені кошти дають техніко-економічний ефект, який з великою вигодою окупає витрати на них.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне, так як краще використання устаткування, спеціалізація робочих, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Досягнення максимальної технологічності деталі та виробу в цілому дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити затрати, скоротити час на виготовлення, але при цьому забезпечити відповідну якість та точність.

Якісне оцінювання полягає у перевірці відповідності конструкції деталі вимогам, які забезпечують її технологічність під час отримання заготовки, механічної обробки та складання виробу. Якісне оцінювання ґрунтується на інженерно-візуальних методах і визначається на основі досвіду виконавця такими показниками: добре – погано, припустимо – неприпустимо тощо [8].

До якісних показників відносяться: конструкція деталі, матеріал деталі, спосіб отримання заготовки, установка на верстаті (базування та закріплення), розташування розмірів, допусків форми та розташування поверхонь, геометрична форма, можливість використання прогресивних способів обробки поверхонь тощо.

Деталь – вал – виготовлена з вуглецевої сталі 45 і проходить термічну обробку, під час якої можуть з'явитися викривлення та інші дефекти при нагріванні і охолодженні деталі. Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Циліндрична форма деталі говорить про її технологічність при здобутті заготовки, обробці, контролі. Зовнішня поверхня є сполученням прямих ліній і дуг кіл простої конфігурації.

Дана деталь відноситься до класу «валів». Деталь має досить складну геометричну форму і складається з таких конструктивних елементів: зовнішні циліндричні поверхні:  $\varnothing 35$ ,  $\varnothing 40$ ,  $\varnothing 50$ ,  $\varnothing 75$ ; 2 фаски:  $1,5 \times 45^\circ$ ; шпонкові пази:  $12 \times 11 \times 51$  та  $16 \times 12 \times 63$

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішими поверхнями є зовнішні циліндричні поверхня під підшипник  $\varnothing 40$ , що

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

оброблюється по 6-му квалітету точності, яка використовується для посадки підшипників.

Дану деталь можна вважати технологічною, її можна обробляти всіма видами лезвійного інструменту на існуючому обладнанні, важкодоступних поверхонь немає.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів: перший – заготовка одержана методом прокату; другий – методом штамповки.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (прокат). Дані заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Заготовка прокат

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.584, табл.3.	Допуск [3], с.169, табл.62	Розмір заготовки
Ø75	8	6,3	2×2,5	+0,4 -0,7	Ø80 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,7</sub>
302	8	6,3	2×2,0	+0,8 -0,2	306 <sup>+0,8</sup> <sub>-0,2</sub>

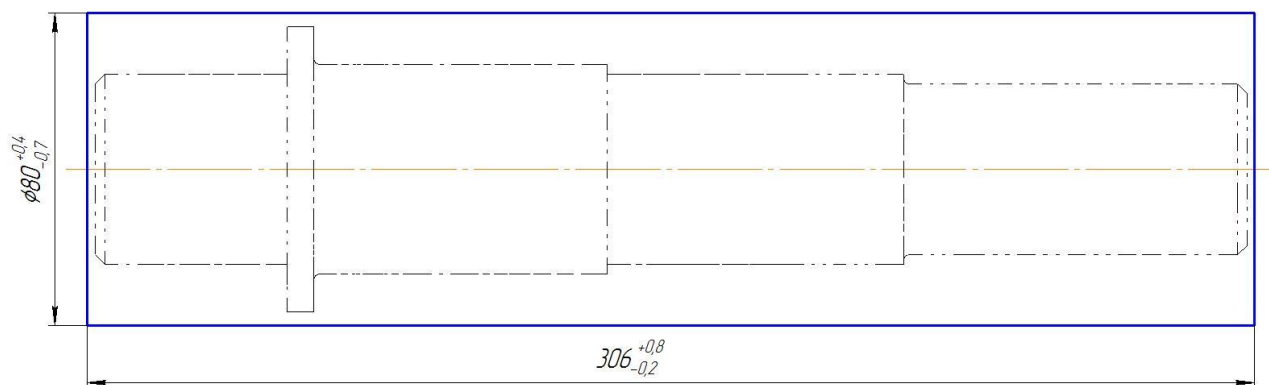


Рисунок 5.1 – Прокат

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.1)$$

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

де  $V_{заг}$  - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

$\gamma$  - густина сталі;  $\gamma = 7,8 \times 10^{-6}$  кг мм<sup>3</sup>

$$V_{заг} = \frac{\pi D^2}{4} \times l, \text{ мм}^3 \quad (5.2)$$

$$V_{заг} = \frac{3,14 \times 80^2}{4} \times 306 = 1537344 \text{ мм}^3$$

$$m = 1537344 \times 7,8 \times 10^{-6} = 11,9 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки: [1] с.30

$$S_{заг} = M + \Sigma Co.з.; \text{ грн} \quad (5.3)$$

де M - затрати на матеріал заготовки;

$\Sigma Co.з.$  - технологічна собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = \frac{Cn.з. \times T_{шт}}{60 \times 100}; \text{ грн} \quad (5.4)$$

де Cn.з. - приведені затрати на робочому місці;

$T_{шт}$  - штучний час виконання заготівельної операції.

Відрізання заготовки пилами діаметром до 140 мм - 1210 коп./год.,  
фрезерно-центрувальна - 2500 коп./год.

Витрати на матеріал, визначають по масі прокату, який необхідний для виготовлення деталі:

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$M = Q \times S - (Q - q) \times \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де Q - маса заготовки, Q = 6,22 кг;

q – маса деталі, q = 3,8 кг;

S – ціна одного кілограма матеріалу, S = 3600 грн;

S<sub>відх</sub> - ціна однієї тони відходів, S<sub>відх</sub> = 281 грн.

Відрізка :

$$T_o = 0,19 \times D^2, \text{ хв} \quad (5.6)$$

де D - діаметр заготовки, мм;

$$T_o = 0,19 \times 56^2 = 513,76 \times 10^{-3} = 0,596 \text{ хв};$$

$$T_{\text{шт}} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.7)$$

де  $\varphi_k$  - коефіцієнт, який залежить від обладнання та виду виробництва;

T<sub>o</sub> – основний час на обробку деталі, хв.;

$$T_{\text{шт}} = 1,51 \times 0,596 = 0,9 \text{ хв}$$

$$C_{o.з_1} = \frac{1210 \times 0,9}{60 \times 100} = 0,18 \text{ грн.};$$

Центрування

$$T_o = 0,52 \times d \times l, \text{ хв} \quad (5.8)$$

де d- діаметр отвору, мм;

l- довжина отвору, мм

$$T_o = 0,52 \times 4 \times 5 = 10,4 \times 10^{-3} \text{ хв.};$$

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



$$T_{шт} = \varphi_k \times T_o, \text{ хв} \quad (5.9)$$

$$T_{шт} = 1,3 \times 10,4 \times 10^{-3} = 0,01352 \text{ хв.}$$

$$Co.3_2 = \frac{2500 \times 0,01352}{60 \times 100} = 0,0056 \text{ грн.};$$

Визначаємо загальну технологічну собівартість операцій правки, калібрування, розрізання їх на штучні заготовки.

$$Co.з = Co.з_1 + Co.з_2, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$Co.з = 0,18 + 0,0056 = 0,1856 \text{ грн}$$

Визначаємо затрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{11,2 \times 3600}{1000} - (11,2 - 3,4) \times \frac{281}{1000} = 38,03 \text{ грн}$$

$$S_{заг} = 38,03 + 0,1856 = 38,22 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.11)$$

$$K_{вм} = \frac{3,4}{11,2} = 0,3$$

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі (штампівка). Дані заносимо в таблицю.

Таблиця 5.2 – Розрахунок припусків заготовки (штампівка)

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [4], с.149 табл.12	Допуск [4], с.32 табл.3.5	Розмір заготовки
1	2	3	4	5	6
Ø35h6	6	0,63	2×2,0	+2,1 0	Ø 39 <sub>0</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø40g6	6	1,25	2×2,0	+2,1 -1,1	Ø 44 <sub>-1,1</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø50p6	6	0,63	2×2,0	+2,1 -1,1	Ø 54 <sub>-1,1</sub> <sup>+2,1</sup>
Ø75	14	6,3	2×2,0	+2,5 -1,5	Ø 79 <sub>-1,5</sub> <sup>+2,5</sup>
302	14	6,3	2×2,0	+1,0 -0,4	306 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>
7	14	1,6	2×2,0	+0,9 -0,4	11 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
50	14	6,3	2×2,0	+0,9 -0,4	54 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
77	14	6,3	2×2,0	+1,0 -0,4	79 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>
78	14	6,3	2×2,0	+0,9 -0,4	82 <sub>-0,4</sub> <sup>+0,9</sup>
90	14	6,3	2×2,2	+1,0 -0,4	94,4 <sub>-0,4</sub> <sup>+1,0</sup>

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної методом штампування

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24

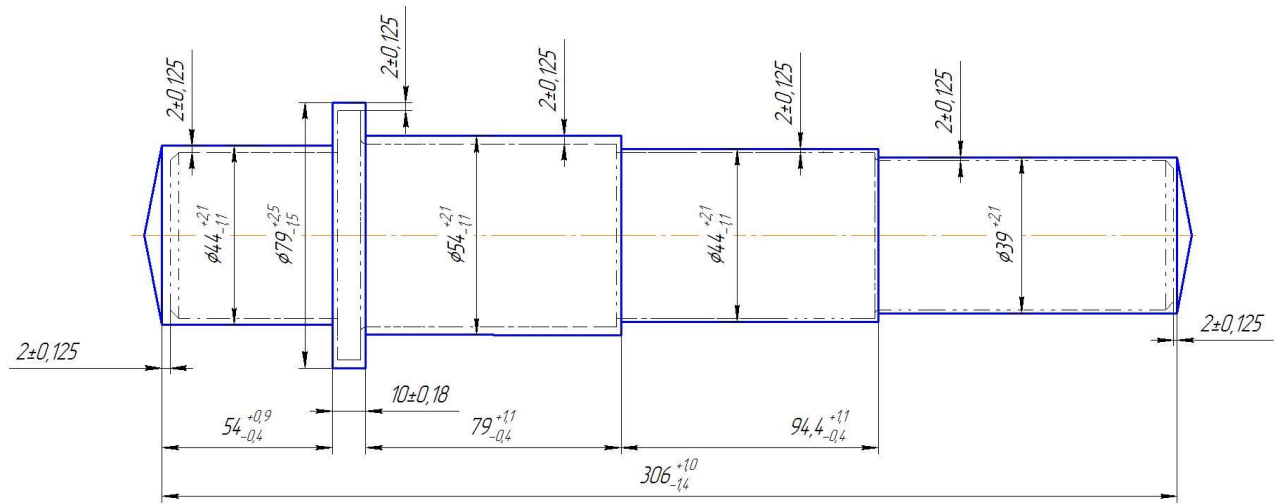


Рисунок 5.2 – Штамповка

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V_{заг} \times \gamma, \text{ кг} \quad (5.12)$$

де  $V_{заг}$  - загальний об'єм, який складається з простих фігур,  $\text{мм}^3$ ;

$\gamma$  - густина сталі;  $\gamma = 7,8 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$

$$V_{заг} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5, \text{ мм}^3 \quad (5.13)$$

$$V_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \times l_n$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 44^2}{4} \times 54 = 82067,04 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 79^2}{4} \times 11 = 53891,04 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \times 54^2}{4} \times 79 = 180835,74 \text{ мм}^3$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 19090046-00 ПЗ

Арк.

25

$$V_4 = \frac{3,14 \times 44^2}{4} \times 94,4 = 143465,34 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{3,14 \times 39^2}{4} \times 82 = 97906,77 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = 82067,04 + 53891,04 + 180835,74 + 143465,34 + 97906,77 = 558165,93 \text{ мм}^3$$

$$m = 558165,93 \times 7,8 \times 10^{-6} = 4,35 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготівки: [1] с.31

$$S_{заг} = \left( \frac{C_1}{1000} \times Q \times K_m \times K_c \times K_e \times K_M \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн} \quad (5.14)$$

де  $C_i$  – базова вартість 1 тони заготівки, грн;  $C_i = 1850$  грн;

$S_{відх}$  – вартість 1 тони відходів, грн;  $S_{відх} = 281$  грн;

$K_m$  – коефіцієнт, що залежить від точності;  $K_m = 1,0$  [1] с.37

$K_c$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності  $K_c = 1,0$  [1] с.38

табл. 2.12;

$K_e$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу  $K_e = 2$  [1] с.38;

$K_M$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготівки,  $K_M = 1,13$  [1] с.37;

$K_n$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготівки,  $K_n = 1$ ; [1] с.38 табл. 2.13.

$Q$  – маса заготівки,  $Q = 4,27$  кг;

$q$  – маса деталі,  $q = 3,51$  кг;

$$S_{заг} = \left( \frac{1850}{1000} \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,13 \times 1,0 \times 4,35 \right) - (4,35 - 3,4) \times \frac{281}{1000} = 17,92 \text{ грн}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
------	------	----------	--------	-----

ТМ 19090046-00 ПЗ

Арк.

26

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.15)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{3,4}{4,35} = 0,78$$

За економічними показниками доцільніше виготовляти заготовку методом штампування, так як при цьому методі витрачається менше матеріалу, і менша собівартість заготовки.

Визначаємо економічний ефект:

$$E_3 = (S_{\text{заг}2} - S_{\text{заг}1}) \times N, \text{ грн} \quad (5.16)$$

де  $S_{\text{заг}1}$ ,  $S_{\text{заг}2}$  - вартість зіставлених заготовок, грн.;

$N$  – обсяг виробництва деталей, шт.

$$E_3 = (38,22 - 17,92) \times 5000 = 101500 \text{ грн.}$$

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Вал», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі (табл. 6.1).

Маршрут обробки відповідає технологічному процесу обробки деталей даного типу.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№ операції	Назва операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
000	Штампування			Прес
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці та свердлими центрові отвори	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М
010	Токарна з ЧПК	Обробка згідно керуючої програми	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази )	Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Т1
015	Відпуск	Досягнення необхідних властивостей матеріалу		Піч
020	Шпонково-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шпонково-фрезерний верстат 6Д91
025	Шпонково-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази)	Шпонково-фрезерний верстат 6Д91
030	Круглошліфувальна	Шліфувати поверхні	Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази )	Круглошліфувальний 3М151
035	Промивальна			Ванна
040	Технічний контроль			Стіл ВТК

Базовий технологічний процес вала складається з 5 механічних операцій: 1 фрезерно-центрувальної, 1 токарної з ЧПК, 2 шпонково-фрезерних, 1 круглошліфувальної, та термообробки (див. табл. 6.1). На всіх операціях технологічного процесу витримується принцип суміщення та постійності баз, також забезпечується потрібна точність розмірів деталей. На всіх операціях при закріпленні, заготовка позбавляється необхідної кількості ступенів вільності, що забезпечує обробку деталі з відповідною точністю

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Загальним припуском на обробку називається шар матеріалу, що видаляється з поверхні вихідної заготовки в процесі механічної обробки з ціллю отримання готової деталі [11].

Розраховуємо припуски на поверхню  $\varnothing 36$  к6.

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Чорнове точіння;

чистове точіння;

шліфування.

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с. 63 [1]  $R_z$  і  $T$  приймаємо для заготівки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за таблицею 4.5, с.64 [1].

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 6.2 – Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів по технологічним переходам

Методи обробки поверхні мм $\varnothing 35k6 \begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
	$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon$				$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	$2z_{\min}$ , мкм	$2z_{\max}$ , мкм
Заготівка	150	250	1007	-	-	39,8857	2400	39,89	42,29	-	-
Точіння: Чорнове	100	100	60,5	380	2954,5	36,9312	520	36,93	37,45	2960	4840
чистове	50	50	50,4	80	600,5	36,3307	130	36,33	36,46	600	990
шліфування	30	30	-	40	328,7	36,002	16	36,002	36,018	328	442
										3888	6272

Сумарне відхилення розташування штаповки визначають за формулою [1] с. 67:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2}, \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де  $\rho_{зм}$  - величина зміщення заготівки на поверхні штампа, мкм;  
 $\rho_{зм} = 1000$  мкм, табл. 18 с.187 [3]

$\rho_{кор}$ - величина короблення, мкм.

$$\rho_{кор} = \Delta \times l, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $\Delta$  – питома кривизна заготівки мкм/мм;  $\Delta = 0,8$  мкм/мм, табл. 4.8, с.71 [1];

$l$  – середня довжина обробки деталі, мм;

$$l = \frac{l_D}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$















На операції 020 у заводському технологічному процесі застосовується шпонко-фрезерний верстат моделі 6Д91, який має такі характеристики що представлені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Основні технічні характеристики верстату 6Д91

Характеристика	Значення
Найбільший діаметр заготовки, мм	80
Кількість інструментів, які можна установити на верстаті	1
Найбільша довжина заготовки, мм	300
Найбільший діаметр заготовки, мм	80
Мінімальна частота обертання шпинделя, хв <sup>-1</sup>	500
Максимальна частота обертання шпинделя, хв <sup>-1</sup>	4000
Електродвигун приводу головного руху, кВт	2,2
Габарити верстата, мм	1320×1380×1500
Вага, кг	2000

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент.

Операція 005 Фрезерно-центрувальна:

Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується фрезою торцевою (Ø50) ГОСТ 22085-80 та свердлом центрувальним (Ø 2,5) ГОСТ 14952-75.

- шаблон спеціальний
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;

Операція 020 Шпонково-фрезерна:

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

Для базування деталі використовуємо пристосування спеціальне пневматичне, обробка виконується шпонковою фрезою ГОСТ 10903-77 з швидкорізальної сталі Р6М5 .

- шаблон спеціальний;
- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 – для контролю довжини;
- зразки шорсткості 3,2; 6,3 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

### 6.5 Розрахунки режимів різання

Режим різання визначаємо аналітичним методом за нормативами [2, 7], а норми часу на операцію – за нормативами [5].

*Розрахунок режимів різання на 005 фрезерно-центрувальну операцію*

Режими різання розраховуємо табличним методом .

Розглянемо методику розрахунку на прикладі першої операції – 005 фрезерно – центрувальна.

Для проведення цієї операції приймаємо торцеву фрезу з пластинами з твердого сплаву Т5К10

Вибираємо діаметр фрез за формулою:

$$D=1,6 \times B, \text{ мм}$$

де B – ширина фрезерування, мм.

$$D=1,6 \times 40=64 \text{ мм}$$

Приймаємо спеціальну фрезу [5], с.188 табл.96  $D = 100$  мм з крупними зубами, кількість яких  $z = 10$ .

Визначаємо режими різання для фрезерування торців.

При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску  $t = h = 2,0$ мм.

Визначаємо подачу на зуб.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Для верстата з потужністю більше 10кВт подача на зуб  $S_z = 0,16 - 0,24$ мм/зуб [5].таб.33, с.283. Приймаємо  $S_z = 0,2$ мм/зуб.

Назначаємо період стійкості фрези по табл.40, с.290 [5]: для торцевої фрези  $\varnothing 100$ мм  $T = 180$  хв.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

$$L_{p.x} = L_{різ} + y + L_{доп}; \text{ мм} \quad (6.14)$$

де  $L_{різ}$  – довжина різання;

$y$  - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{доп}$  - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей;

Вибираємо данні для обробки [6]:

$$L_{різ} = 17 \text{ мм}; y = 5 \text{ мм}; L_{доп} = 0$$

$$L_{p.x} = 17 + 5 = 22 \text{ мм}$$

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя:

$$S_0 = 0,55 \text{ мм/об};$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T_p = 50 \text{ хв};$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (6.15)$$

де  $V_{табл.}$  – табличне значення швидкості;

$K_1$  - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

$K_2$  - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

$K_3$  - коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{табл.} = 88 \text{ м/хв}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1,05.$$

$$V = 88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 92,4 \text{ м/хв};$$

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя верстата за формулою:

										Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

TM 19090046-00 ПЗ

$$n = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 38} = 774,39 \text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 630 \text{ хв}^{-1};$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi dn}{1000}; \quad (6.16)$$

де  $d$  – діаметр деталі у місці обробки;

$n$  - число обертів шпинделя;

$$V = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 630}{1000} = 75,17 \text{ м/хв};$$

Приймаємо  $V_d = 100 \text{ м/хв}$ .

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.17)$$

$$V_s = 0,2 \times 10 \times 630 = 1260 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М  $V_s = 1300 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{z \times n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.18)$$

$$S_{zd} = \frac{1300}{10 \times 630} = 0,2 \text{ мм/зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, H \quad (6.19)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]:  $C_p=825$ ;  $x=1,0$ ;  
 $y=0,75$ ;  $u = 1,1$ ;  $q=1,3$ ;  $w=0,2$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.20)$$

$$K_{mp} = \left( \frac{980}{750} \right)^{1,0} = 1,31$$

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 2,0^1 \times 0,2^{0,75} \times 77,0^{1,1} \times 10}{100^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 1,31 = 5744 H$$

Визначаємо крутячий момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, H \times M \quad (6.21)$$

$$M_{кр} = \frac{5744 \times 100}{2 \times 100} = 2872 Hm$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{риз} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, кВт \quad (6.22)$$

$$N_{риз} = \frac{5744 \times 100}{1020 \times 60} = 9,4 кВт$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова  $N_{риз} \leq N_{шп}$ , кВт

де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_d \times \eta, кВт \quad (6.23)$$

де  $N_d$  – дійсна потужність верстата, кВт.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шп}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$9,4 \text{ кВт} \leq 10,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

$$t_{\text{м}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{s_0 \cdot n}; \quad (6.24)$$

де  $L_{\text{р.х.}}$  - довжину робочого ходу супорту;

$s_0$  - подача супорту на оборот шпинделя;

$n$  - число обертів шпинделя;

$$t_{\text{м}} = \frac{22}{0,6 \cdot 630} = 0,307 \text{ хв};$$

Назначаємо режими різання на свердління центрових отворів.

Для центрування отворів приймаємо свердло центрувальне Р6М5  $\varnothing 3,15$ мм ГОСТ14952-75

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.25)$$

де  $D$  – діаметр свердла, мм.

$$t = \frac{3,15}{2} = 1,575 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу по табл.25, с.277 [5] для діаметра свердла 3,15мм і твердості НВ260 подача на оберт становитиме  $S_0 = 0,07$ об/хв.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Назначаємо період стійкості інструменту для діаметра свердла  $\varnothing 3,15$  мм по табл.30, с.279[5]  $T=15$  хв

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v, \text{ хв} \quad (6.26)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки на швидкість різання; по табл.28, с.278 [1]  $C_v = 9,8$ ;

$q, m, y$  – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів різання на швидкість різання; по табл.28, с.278 [5];  $q=0,4$ ;  $m=0,2$ ;  $y=0,5$ ;

$K_v$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{bv} \quad (6.27)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.28)$$

де  $n_v$  – показник степеня; по табл.2, с.262 [5]  $n_v=1,0$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні;

$K_{rv}$  – коефіцієнт, що враховує групу сталі по обробці; по табл.2, с.262

[5]  $K_{rv} = 1,0$ .

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,77$$

$K_{lv}$  – коефіцієнт, що враховує глибину обробки отвору; по табл.31, с.280

[5]  $K_{lv} = 1,0$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; табл.6, с.263 [5]

$K_{uv} = 1,0$ .

$$K_v = 0,77 \times 1,0 \times 1,0 = 0,77$$

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

$$V = \frac{9,8 \times 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \times 0,07^{0,5}} \times 0,77 = 8,27 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв} \quad (6.28)$$

$$n = \frac{1000 \times 8,27}{3,14 \times 3,15} = 836 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М  $n_d = 815 \text{ об / хв}$ .

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}, \text{ м / хв.} \quad (6.29)$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 3,15 \times 815}{1000} = 8,1 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, \text{ Нм} \quad (6.30)$$

де  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  (табл. 32, с. 281 [5]).

$$K_{mv} = K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.31)$$

$$K_{mv} = K_{mp} = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75_v} = 1,22$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 3,15^2 \times 0,07^{0,8} \times 1,22 = 0,49 \text{ Н} \times \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

$$N_{piz} = \frac{M_{кр} \times n_d}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.32)$$

$$N_{piz} = \frac{0,49 \times 815}{9750} = 0,04 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова  $N_{piz} \leq N_{шп}$ , кВт  
де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_d \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.33)$$

де  $N_d$  – дійсна потужність верстата, кВт;  
 $\eta$  – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{шп} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$0,04 < 10,4 \text{ (кВт)}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{осв} = \frac{L}{S_o \times n_o}, \text{ хв.} \quad (6.34)$$

де  $L$  – повна довжина обробки, мм.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.35)$$

де  $l$  – безпосередня довжина обробки, мм;

$y$  – величина врізання, мм.

$$y = 0,4 \times D = 0,4 \times 3,15 = 1,26 \text{ мм}$$

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$\Delta$  – величина перебігу;  $\Delta = 0$  мм, так як отвір глухий.

$$L=10+1,26+0=11,26 \text{ мм}$$

$$T_{осв} = \frac{11,26}{0,07 \times 815} = 0,2 \text{ хв}$$

Визначаємо загальний основний час, витрачений на фрезерно-центрувальну операцію:

$$T_{ф-ц} = T_{о фр} + T_{о св.} = 0,307 + 0,2 = 0,507 \text{ хв}$$

*Призначення режимів різання на 020 шпонково-фрезерну операцію*

Аналітичний метод

Для проведення цієї операції приймаємо шпонкову фрезу з нормальним зубом пластинами з швидкорізальної сталі Р6М5.

Діаметр фрези дорівнює ширині паза  $D=16$  мм кількість зубів  $z=4$ .  
Визначаємо глибину різання. Для діаметру фрези  $D=16$  мм,  $t=0,3$  мм табл.38, с.286 [5].

Визначаємо подачу на зуб  $S_z=0,1$  мм/зуб табл.38, с.286 [5]. Назначаємо період стійкості фрези таб.40, с.290 [5]; для шпонкової фрези діаметром 10 мм -  $T=80$  хв.

Визначаємо швидкість різання.

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_v, \text{ м / хв.} \quad (6.36)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки на швидкість різання табл.39, с.287 [5]  $C_v = 12$ ;

$q, m, x, y, u, p$  – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів різання на швидкість різання табл.39, с.287 [5]  $q=0,3$ ;  $m=0,26$ ;  $x=0,3$ ;  $y=0,25$ ;  $u=0$ ;  $p=0$ .

$K_v$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання.

										Арк.
										46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 19090046-00 ПЗ



$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} \quad (6.37)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу.

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.38)$$

де  $K_r$  – коефіцієнт, що характеризує групу сталі по обробці,  $K_r = 1$ , [5] с.262, табл. 2;

$n_v$  – показник степені табл.2, с.262 [5]  $n_v = 0,9$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

$K_{nv}$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки табл.5 с.263 [5]  $K_{nv} = 0,8$ ;

$K_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту табл.6 с.263 [5]  $K_{uv} = 1,0$ .

$$K_v = 1,2 \times 0,8 \times 1,0 = 0,96$$

$$V = \frac{12 \times 10^{0,3}}{80^{0,26} \times 0,3^{0,3} \times 0,1^{0,25} \times 10^0 \times 4^0} \times 0,96 = 18,9 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв.} \quad (6.39)$$

$$n = \frac{1000 \times 18,9}{3,14 \times 16} = 601,9 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі 6Д91  $n_d = 1000$  об/хв..

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 19090046-00 ПЗ

Визначаємо дійсну швидкість різання.

$$V_D = \frac{\pi \times D \times n_D}{1000}, \text{ м / хв.} \quad (6.40)$$

$$V_D = \frac{3,14 \times 16 \times 1000}{1000} = 31,4 \text{ м / хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі.

$$V_S = S_z \times z \times n_D, \text{ мм/зуб} \quad (6.41)$$

$$V_S = 0,1 \times 4 \times 1000 = 400 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі 6Д91  $V_S = 400 \text{ мм/зуб}$ .

Визначаємо дійсну подачу на зуб.

$$S_{zd} = \frac{V_{SD}}{z \times n_D}, \text{ мм / зуб} \quad (6.42)$$

$$S_{zd} = \frac{400}{4 \times 1000} = 0,1 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання.

$$P_Z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, \text{ Н} \quad (6.43)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]  $C_p=68,2$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u = 1,0$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$ .

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.44)$$

де  $n_v$  – показник степені табл.9, с.264 [5]  $n_v=0,3$ ;

$\sigma$  – межа міцності при розтягуванні (610 МПа).

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{mp} = \left( \frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,94$$

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 1,3^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 10^1 \times 4}{10^{0,86} \times 1000^0} \times 0,94 = 845,9 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент.

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, \text{ Нм} \quad (6.45)$$

$$M_{кр} = \frac{845,9 \times 10}{2 \times 100} = 42,3 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання.

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.46)$$

$$N_{різ} = \frac{845,9 \times 31,4}{1020 \times 60} = 0,43 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова :

$$N_{різ} \leq N_{шп}, \text{ кВт}$$

де  $N_{шп}$  – потужність шпинделя верстата

$$N_{шп} = N_d \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.47)$$

де  $N_d$  – дійсна потужність верстата

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії

$$N_{шп} = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт}$$

$$0,43 \text{ кВт} \leq 6 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

Визначаємо основний час.

$$T_o = \frac{L}{V_s} \times i, \text{ хв.} \quad (6.48)$$

де  $i$  – кількість проходів  $i = (36-31)/t = (36-31)/0,3=17$

$L$  – повна довжина обробки

$$L=1 - d_{\text{фр}} \quad (6.49)$$

де  $l$  – довжина обробки

$$L=80 - 16=64 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{64}{400} \times 17 = 3,4 \text{ хв}$$

## 6.6 Технічне нормування операцій

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на фрезерно-центрувальну операцію 005.

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.50)$$

$$T_{\text{шт-к}} = T_o + (T_{\text{yc}} + T_{30} + T_{\text{yn}} + T_{\text{из}}) \cdot k + T_{\text{об.ст}}, \text{ хв} \quad (6.51)$$

де  $T_{n-3}$  - підготовчо-заклучний час, хв.;

$T_o$  - основний час, хв.;

$n$  – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{\text{yc}}$  - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$T_{30}$  - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

$T_{\text{yn}}$  - час приймання керування, хв.;

$T_{\text{из}}$  - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{\text{об.ст}}$  - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

																			Арк.
																			50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат															

ТМ 19090046-00 ПЗ

$k$  – поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,08$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,02 хв; підвести та одвести фрези та свердла від деталі –  $2 \times 0,06$  хв. [1]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,02 + 2 \cdot 0,06 = 0,14 \text{ хв}$$

$$T_{uz} = 2 \cdot 0,12 = 0,16 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_{\epsilon} = T_{yc} + T_{zo} + T_{yn} + T_{uz} \quad (6.52)$$

$$T_{\epsilon} = 0,08 + 0,14 + 0,16 = 0,38 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{on} = T_0 + T_{\epsilon} \quad (6.53)$$

$$T_{on} = 0,507 + 0,38 = 0,887 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{обот} = \frac{0,887 \cdot 6}{100} = 0,053 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час на налагоджування верстата – 12 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. [1]. Тоді:

$$T_{n-z} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Кількість деталей в партії [1]:

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6.54)$$

де N – програма випуску деталей, шт.;

a – періодичність запуску в днях (a=12)

$$n = \frac{20000 \cdot 12}{254} = 944,8 \approx 945 \text{ шт}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{22}{378} + 0,507 + (0,08 + 0,14 + 0,16) \cdot 1,85 + 0,073 = 1,34 \text{ хв}$$

*Технічне нормування шпонково-фрезерної операції*

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного та допоміжного.

$$T_{оп} = T_о + T_д, \text{ хв.} \quad (6.55)$$

де  $T_о$  – основний час, розрахований в пункті 2.8.3  $T_о = 3,4$  хв.

$T_д$  – допоміжний час, визначаємо за формулою:

$$T_д = T_{уст} + T_{кр} + T_{вим}, \text{ хв.} \quad (6.56)$$

де  $T_{уст}$  – час на установку и зняття деталі,  $T_{уст} = 0,029$  хв.; табл. 5.5 с. 201 [1];

$T_{кр}$  – час на прийняття керування,  $T_{кр} = 0,09$  хв.; табл. 5.8 с. 202-203 [1];

$T_{вим}$  – час на вимірювання,  $T_{вим} = 0,09$  хв. табл. 5.14 с. 208 [1].

$$T_д = 0,029 + 0,09 + 0,09 = 0,21 \text{ хв}$$

					<i>TM 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

$$T_{оп} = 3,4 + 0,21 = 3,61 \text{ хв}$$

Розраховуємо штучний час.

$$T_{шт} = T_{оп} \times \left( 1 + \frac{(a_{від} + a_{обсл})}{100} \right), \text{ хв} \quad (6.57)$$

Де  $a_{від}$  ;  $a_{обсл}$  час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приведені у відсотковому відношенні від оперативного часу і складає 8%.

$$T_{шт} = 3,61 \times \left( 1 + \frac{8}{100} \right) = 3,9 \text{ хв}$$

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для забезпечення заданої точності поверхні після обробки, необхідно спроектувати спеціальне пристосування, яке буде використовуватися на фрезерній операції. Пристосування повинне бути простим і дешевим у виготовленні, зручним в роботі і швидкодійним, задовольняти вимогам техніки безпеки і бути надійним в експлуатації. Використання спроектованого пристосування забезпечить зменшення часу на допоміжні операції [5].

Необхідно спроектувати спеціальне пристосування з пневмоприводом за методикою, викладеною в [2, 4] для фрезерування двох шпонкових пазів шириною  $b = 22P9$ , глибиною  $9^{+0,2}$  мм та  $8,5^{+0,2}$ , довжиною 60 мм та 125 мм відповідно з допуском  $T = 0,5$  мм згідно ГОСТ 16093-2004. Шорсткість пазів  $Ra = 3,2$  мкм. Відхилення від паралельності 0,02 мм, відхилення від симетричності –  $T/2$  0,1 мм.

Вибір та розрахунок приводу пристосування.

Для розрахунку зусилля затиску пневмоприводу виконаємо розрахунок і порівняння сил різання при фрезеруванні закритого і відкритого шпонкових пазів [2].

Виконаємо порівняння головної складової сили різання  $P_z$  для двох переходів ( $P_{z1} = 422$  Н). Необхідно, щоб виконувалася наступна умова:

$$P_{z1} < P_{z1} \quad (7.1)$$

Отже, розрахунок приводу будемо проводити по максимальній силі різання [2]. Розрахуємо величину зусилля, що розвивається закріплення на штоку пневмоциліндра за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \quad (7.2)$$

де  $D$  – діаметр поршня циліндра,  $D = 124$  мм;

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 19090046-00 ПЗ



$p$  – тиск повітря в циліндрі,  $p = 0,4$  МПа;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра,  $\eta = 0,9$ .

$$Q = \frac{3,14 \cdot 124^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 4347 \text{ Н.}$$

Визначаємо силу затиску заготовки, що передається клино-плунжерним механізмом за формулою:

$$W = Q \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \cdot \operatorname{tg}\varphi_2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \cdot \operatorname{tg}\varphi_1}, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де  $\alpha$  – кут клину,  $\alpha = 5^\circ 50'$ ;

$\varphi_{\text{пр}}$  – приведений кут тертя;

$\operatorname{tg}\varphi_1, \operatorname{tg}\varphi_2$  – коефіцієнти тертя;  $\operatorname{tg}\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_2 = 0,1$ .

Приведений кут тертя визначається за формулою:

$$\varphi_{\text{пр}} = \operatorname{arctg}\varphi \frac{d}{D}, \quad (7.4)$$

$$\varphi_{\text{пр}} = \operatorname{arctg}5^\circ 50' \frac{10}{25} = 2,34,$$

$$W = 4347 \frac{1 - \operatorname{tg}(10 + 2,34) \cdot 0,1}{\operatorname{tg}(10 + 2,34) \cdot 0,1} = 13370 \text{ Н.}$$

Схему сил, що діють пристосуванні при затиску заготовки, зображена на рис. 7.1.

Визначаємо необхідну силу закріплення заготовки за формулою:

$$W_{\text{Н}} = \frac{\pi \cdot P_z \cdot R_3 \operatorname{tg}\beta}{R_n \cdot \cos\beta} + P_n, \text{ Н} \quad (7.5)$$

де  $P_z$  – головна складова сили різання, Н;  $P_z = 800$  Н;

$R_3$  – відстань від осі паводкового пристрою до точки прикладання сили, мм;

$R_3 = 42,5$  мм;

										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 19090046-00 ПЗ

$\beta$  – кут в плані клинового паводка;  $\beta = 45^\circ$ ;

$R_n$  – відстань від осі паводкового пристрою до осі паводка, мм;  $R_n = 15$  мм;

$P_h$  – горизонтальна складова сили різання, Н;  $P_h = 400$  Н;

$$W_H = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 42,5 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ}{15 \cdot \cos 45^\circ} + 400 = 10870 \text{ Н.}$$

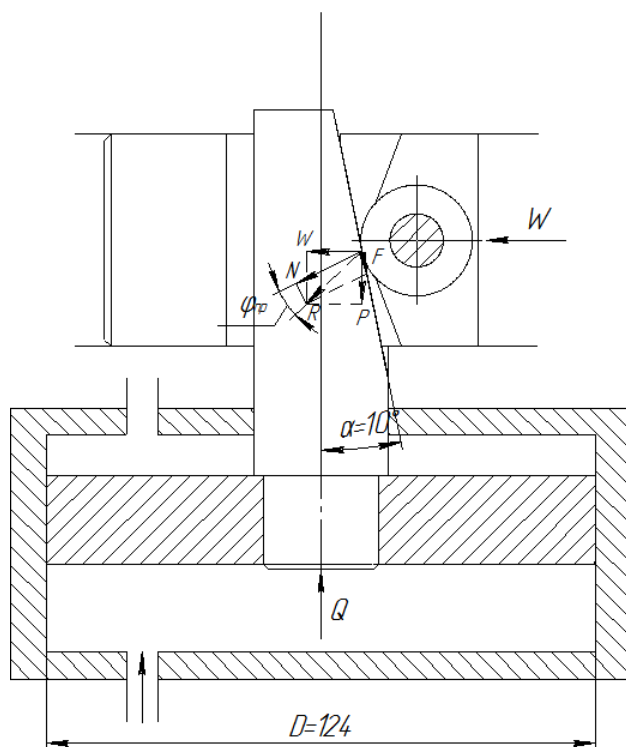


Рисунок 7.1 – Схема сил, що діє в пристосуванні на заготовку

Порівнюємо необхідне значення сили затиску з тим, що утворюється

$$W_H < W, \quad (7.6)$$

$$108070 < 13370$$

Отже, можна зробити висновок, що пневмопривід пристосування дозволяє вести обробку на заданих режимах різання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Розрахунок пристосування на міцність.

Проведемо перевірку на міцність болтового з'єднання нерухомого корпусу з плитою.

Визначаємо необхідний внутрішній діаметр різьби за формулою:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F_p}{\pi \cdot [\sigma]}}, \text{ мм} \quad (7.7)$$

де  $F_p$  – сумарне навантаження на болт, Н;

$[\sigma]$  – допустиме напруження, МПа;  $[\sigma] = 160$  МПа.

Визначаємо розрахункове сумарне навантаження на болт за формулою:

$$F_p = F_{\text{зат}} + F, \text{ Н} \quad (7.8)$$

де  $F_{\text{зат}}$  – сила затяжки болта, Н;

$F$  – зовнішнє навантаження;

Зовнішнє навантаження визначається за формулою:

$$F = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{n}, \text{ Н} \quad (7.9)$$

де  $F_1$  – головна складова сили різання, Н;  $F_1 = 800$  Н;

$F_2$  – горизонтальна складова сили різання, Н;  $F_2 = 400$  Н;

$F_3$  – величина зусилля затиску, Н;  $F_3 = 13370$  Н;

$n$  – число болтів, що закріплюють нерухомий корпус, шт.;  $n = 4$  шт.

$$F = \frac{800 + 400 + 13370}{4} = 3642 \text{ Н.}$$

Сила затяжки болта визначається за формулою:

$$F_{\text{зат}} = K_{\text{зат}} \cdot F, \text{ Н} \quad (7.10)$$

де  $K_{\text{зат}}$  – коефіцієнт затяжки;  $K_{\text{зат}} = 4$ ;

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

$$F_{\text{зат}} = 4 \cdot 3642 = 14600 \text{ Н},$$

$$F_p = 14600 + 3642 = 18242 \text{ Н}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 18242}{3,14 \cdot 160}} = 13,7 \text{ мм.}$$

За отриманими значеннями внутрішнього діаметра різьби вибираємо болт М16.

Розрахунок пристосування на точність.

Розрахунок пристосування на точність будемо виконувати за методикою, викладеною у [4].

Визначаємо допуск на виготовлення пристосування для забезпечення розміру  $32,75_{-0,2}$  (відстань від шпонкового пазу до осі валу) за формулою:

$$T_{\text{пр}} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{зН}}^2 + \varepsilon_{\text{П}}^2 \cdot (K_{T2} \cdot w)^2}, \text{ мм} \quad (7.10)$$

де  $T$  – допуск на обробку, мм;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення;  $K_T = 1,1$ ;

$K_{T1}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах;  $K_{T1} = 0,8$ ;

$\varepsilon_6$  – похибка базування заготовки, мм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення, мм;

$\varepsilon_y$  – похибка установки пристосування на верстаті, мм;

$\varepsilon_{\text{зН}}$  – похибка, пов'язана зі зношенням елементів пристосування, мм;

$\varepsilon_{\text{П}}$  – похибка від перекосу ріжучого інструменту, мм;

$K_{T2}$  – коефіцієнт, що враховує долю похибки обробки у сумарній похибці, що викликані факторами, які не залежать від пристосування;  $K_{T2} = 0,7$ ;

																				Арк.	
																					58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат																	

$w$  – економічна точність обробки шпонкового пазу, мм;  $w = 0,14$  мм.

Похибка базування заготовки в центрах з плаваючим переднім центром відповідно до рекомендацій таблиці 3.1 [12] приймаємо рівною 0. Похибку закріплення виключаємо з розрахунків, тому пневмопривод забезпечує постійне зусилля затиску. Внаслідок надійного контакту настановної площини пристосування з площиною столу верстата приймаємо похибку встановлення пристосування на верстаті рівній 0. Похибка, пов'язану із зносом елементів пристосування, приймаємо рівною 0, так як пристосування передбачає регулювання центрів в осьовому напрямку, а також настановних призм по висоті. Так як в пристосуванні відсутні направляючі елементи, то похибка від перекосу інструменту буде дорівнює 0.

$$T_{\text{пр}} = 0,2 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0 + 0 + 0 + 0 \cdot (0,7 \cdot 0,14)^2} = 0,092 \text{ мм.}$$

Робимо висновок, що допуск паралельності осі центрів відносно площини плити повинен бути  $T = 0,092$  мм.

Призначення та принцип дії пристосування.

Пристосування, що проектується, призначене для фрезерування двох шпонкових пазів за два установи на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6P13Ф3 .

Пристрій складається з наступних складальних одиниць і основних деталей: складальні одиниці – корпус нерухомий 1, корпус рухливий 2, опорна призма 3, упор 4; деталі – замок 6, шток клиновий 7, плунжер 8, ролик 9, кришка 10, втулка 11, кришка 12, опора сферична 13, центр малий 14, кришка 15, центр рухливий 16, кришка 17, гвинт 18, шайба опорна 19, шайба компенсаторна 20, ексцентрик 21, кришка задня 22, поршень 23, плита 24, планка 25, пластина 26, кришка 27.

Базування заготовки в пристосуванні відбувається по центровим отворах з упором в торець. Для надання додаткової жорсткості вала дві його шийки спираються на призми 3.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Базування пристосування на стіл верстата здійснюється по площині плити 24 і на шпонку 51. В результаті подачі повітря в поршневу порожнину пневмоциліндра нерухомого корпусу 1, клиновий шток 7, поступально рухаючись вертикально вгору, впливає на ролик 9 плунжера 8, повідомляючи йому поступальний рух вправо. У свою чергу правий торець плунжера пов'язаний зі сферичною опорою 13, в якій закріплені упори 4 і пружина 58, правий торець якої впирається в шайбу 45 малого центру 14. При переміщенні сферичної опори під впливом плунжера відбувається впровадження упорів в торець заготовки з одночасним базуванням її в малому і рухомому центрах. При подачі повітря в штокову порожнину циліндра поршень 23 з клиновим штоком, переміщаючись поступально вниз, перестає впливати на ролик плунжера, через що під впливом стислої пружини сферична опора з упорами, переміщаючись вліво, віджимає оброблену заготовку.

Регулювання відстані між центрами здійснюється шляхом переміщення рухомого корпусу 2, більш точне регулювання виконується шляхом обертання рукоятки 59 з гвинтом 18, утворюючим кручені пару з рухомим центром 16. Налаштування паралельності осі центрів пристосування щодо осі столу здійснюється за допомогою ексцентрика 21. Управління роботою пристосування здійснюється за допомогою триходового кранового розподільника 62, розташованого поруч з рухомим корпусом 2.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

## ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

Проведено аналіз службового призначення ланцюгового ковшового конвеєру, у який входить деталь «Вал 4.2898-21-02». Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення валу.

За коефіцієнтом закріплення операцій встановлено, що тип виробництва – дрібносерійний. Форма організації виробництва – групова.

Аналіз технологічності конструкції деталі показав, що конструкція валу є технологічною.

В якості заготовки прийнята штамповка на ГKM.

Під час виконання роботи було проаналізовано шпонково-фрезерну та фрезерно-центрувальну операції:

- порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна;
- обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання;
- обране верстатне технологічне оснащення;
- проведений розрахунок режимів різання;
- проведено технічне нормування операцій.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

2 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн: 2Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

3 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» /Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 53 с.

4 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

5 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

6 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

7 Обще­строительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

8 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

					ТМ 19090046-00 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



9 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

10 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

11 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980.-527 с.

12 Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по ТМС. –М.: Машиностроение, 1989. -288с.

					<i>ТМ 19090046-00 ПЗ</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.2898-21-02

√ Ra6.3(✓)

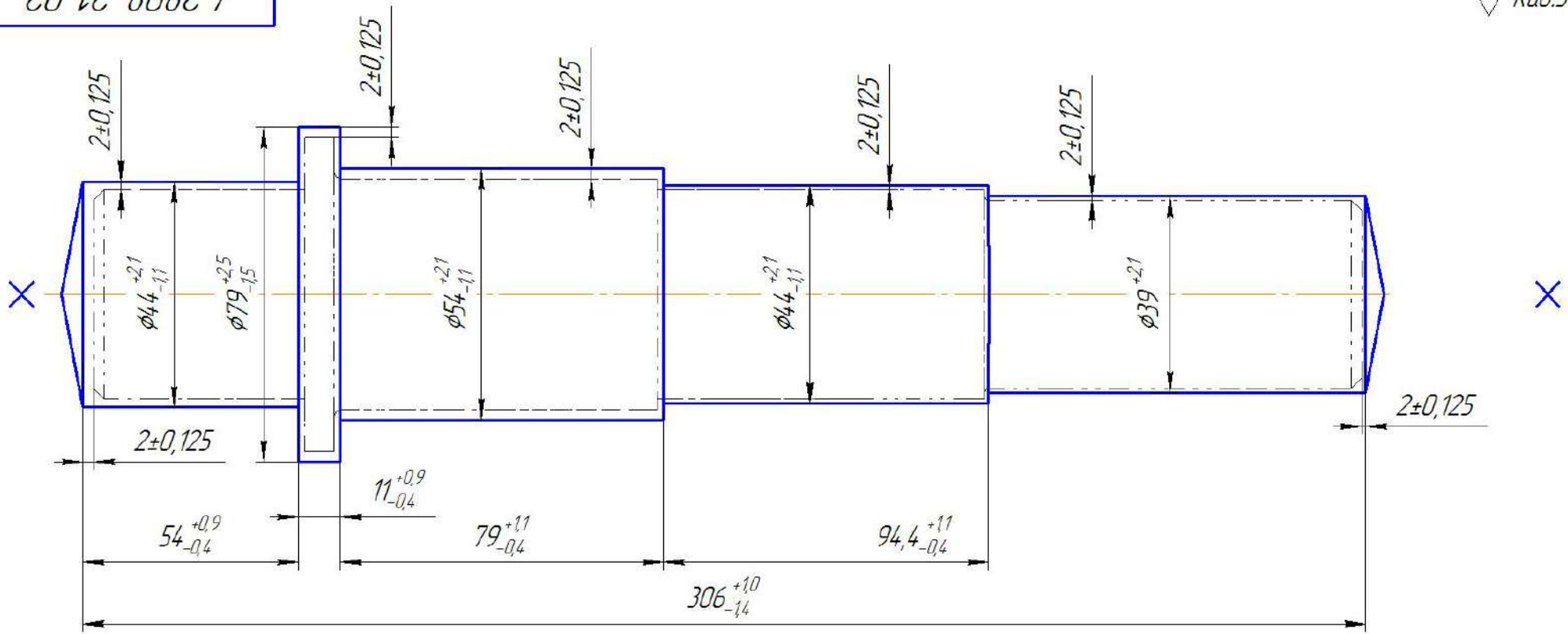
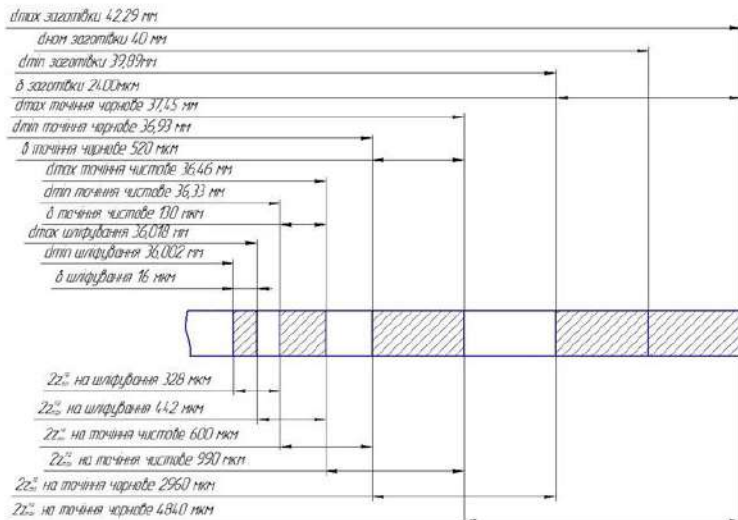


Схема розташування полів припусків



1. Твердість HB 131..170.
2. Група сталі M2, ступень складності C1, клас точності T4 ГОСТ 7505-89.
3. Невказані радіуси за ГОСТ 7505-89.
4. Штамповачні ухили за ГОСТ 7505-89.
5. Невказані граничні відхилення розмірів за ГОСТ 7505-89.

4.2898-21-02

				4.2898-21-02			
				Лист	Маса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР	4,35	1:1
Разр.	Ленко Ю.Л.						
Проб.	Приходько О.М.						
Т контр.					Лист	Листов	1
Ч контр.	Дичник О.Д.				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.	Іванов В.О.				КІСумДУ гр. ТМ-71к		

Копировав

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Лист и дата

Инд. № док.

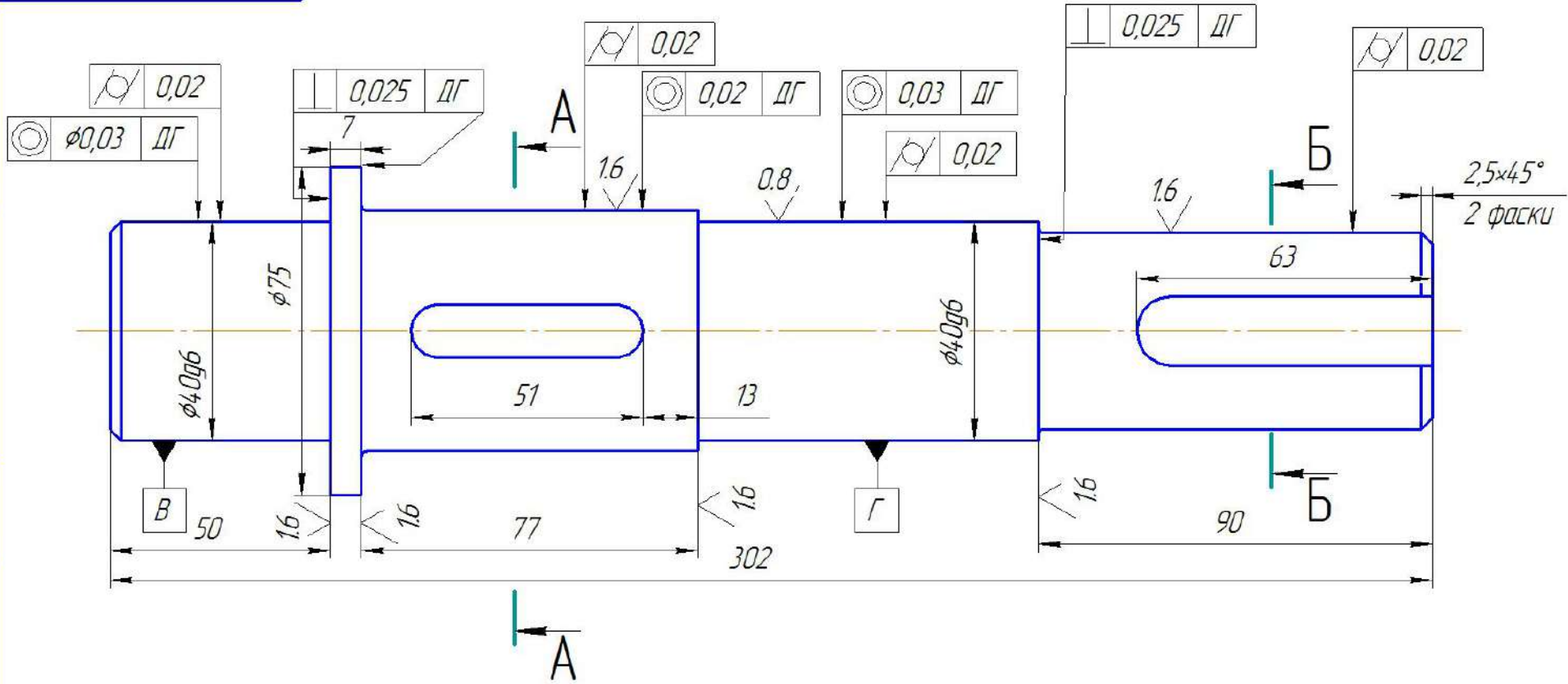
Взам. инв. №

Лист и дата

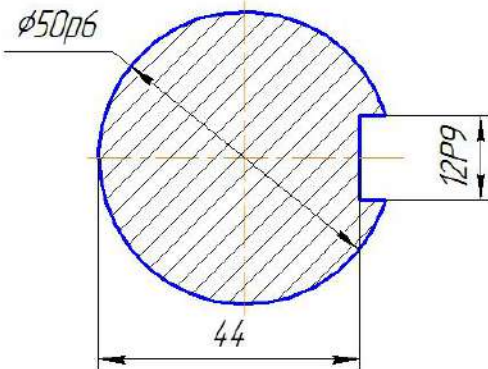
Инд. № подл.

4.2898-21-02

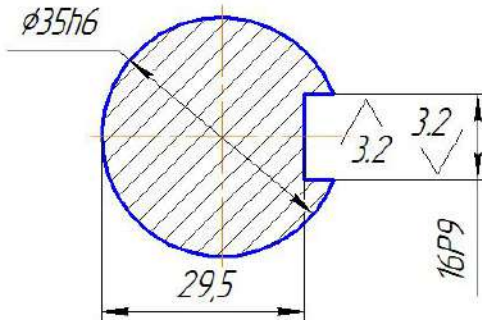
√ Ra6.31



A-A



Б-Б



1. HB 229
2. Невказані граничні відхилення розмірів: отвору- по H14; валу- по h14, інші по  $\pm \frac{IT14}{2}$
3. Центрові отвори ГОСТ 14034-74 форма А

				4.2898-21-02		
Вал				Лит.	Масса	Масштаб
				БР	3,4	1:1
				Лист	Листов	1
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				КісумДУ, гр. ТМ-71		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Лист и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Лист и дата

Инв. № подл.

№ операції	Зміст операції	Ескіз	Обладнання та інструмент	№ операції	Зміст операції	Ескіз	Обладнання та інструмент
000 Заготівельна							
005 Фрезерно-центрувальна	1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Фрезерувати торці 1, 2. 3. Свердлити центральні отвори 3, 4.		<p>Фрезерна свердлувальний напівавтомат МР-71М</p> <p>Фрези торцеві з пластинками із твердого сплаву Т15К6</p> <p>2214-0001 60° та 2214-0002 60° ГОСТ24359-80</p> <p>Свердло центрове 2317-0108 ГОСТ14952-75</p> <p>Лещата пневматичні самоцентруючі</p>	020 Шпоночно-фрезерна	1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Фрезерувати шпоночний паз		Шпоночно-фрезерний і верстат 6Д91 Фреза кінцева $\phi 16$ ГОСТ17025-71 Лещата пневматичні самоцентруючі
			Токарний верстат з ЧПК 16К20Т1 Різець токарний проходний упорний з пластинками із твердого сплаву Т15К6 лівий та правий ГОСТ18879 Різець токарний канавочний Різець фасочний 2136-0709 ГОСТ18875-73 Центр що обертається ГОСТ8742-75 Поводковий центр ГОСТ18257-72	025 Шпоночно-фрезерна	1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Фрезерувати шпоночний паз18.		Шпоночно-фрезерний і верстат 6Д91 Фреза шпоночна $\phi 12$ ГОСТ9140-78 Лещата пневматичні самоцентруючі
010 Токарна з ЧПК	Установ А 1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Точити начорно поверхні 5, 6, та 7. 3. Точити начисто поверхні 5, 6 та 7. 4. Точимо фаски та канавку 11;  Установ Б 5. Переустановити заготовку. 6. Точити начорно поверхні 8, 9 та 10. 7. Точити начисто поверхні 8, 9 та 10. 8. Точимо фаски та канавку 12.			030 Шліфувальна	Установ А 1. Встановити, закріпити та зняти заготовку. 2. Шліфувати начисто поверхні 19, 20.  Установ Б 3. Переустановити заготовку 4. Шліфувати начисто поверхні 21, 22.		Круглошліфувальний верстат 3М151 Шліфувальний круг 14А32НСМ24К5 ПП 350x20x140 ГОСТ2424-83 Центр що обертається ГОСТ8742-75 Поводковий центр ГОСТ18257-72
				035 Мийна	Промити деталь		Мийна машина
015 Видіпуск	Термічна обробка заготовки		Піч	040 Контрольна	Контролювати поверхні та розміри деталі		Стіл ВТК

ТМ 19090046-02-00.00 МТ

Відкриття	№ документа	Таблиця	Страниця	Лист	Місяць	Місяць
Розроб	Цейка В.Л.			Б	Р	
Проб	Оршицька О.М.			Лист	Лист	
Г.контр						
В.контр	Овчинні О.В.					
Суб	Вішнів В.В.					

Маршрут механічної обробки валу

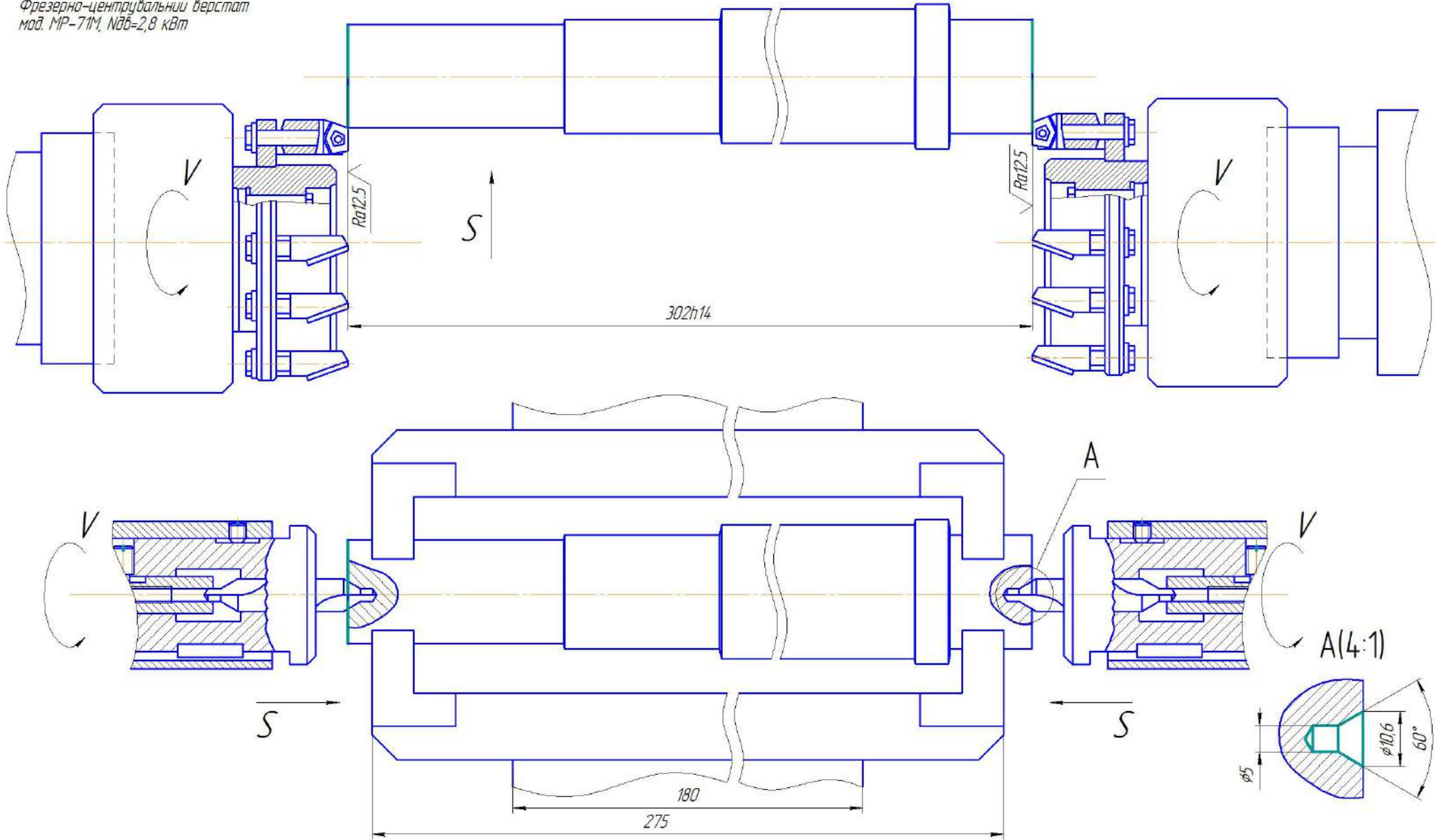
КіСумДУ зр. ТМ-7к

Лист 1 з 1

# 005 Фрезерно-центрувальна

√ Ra12,5 (✓)

Фрезерно-центрувальний верстат  
мод. МР-71М, Nдв=2,8 кВт

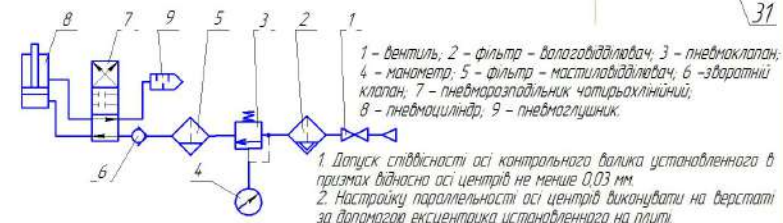
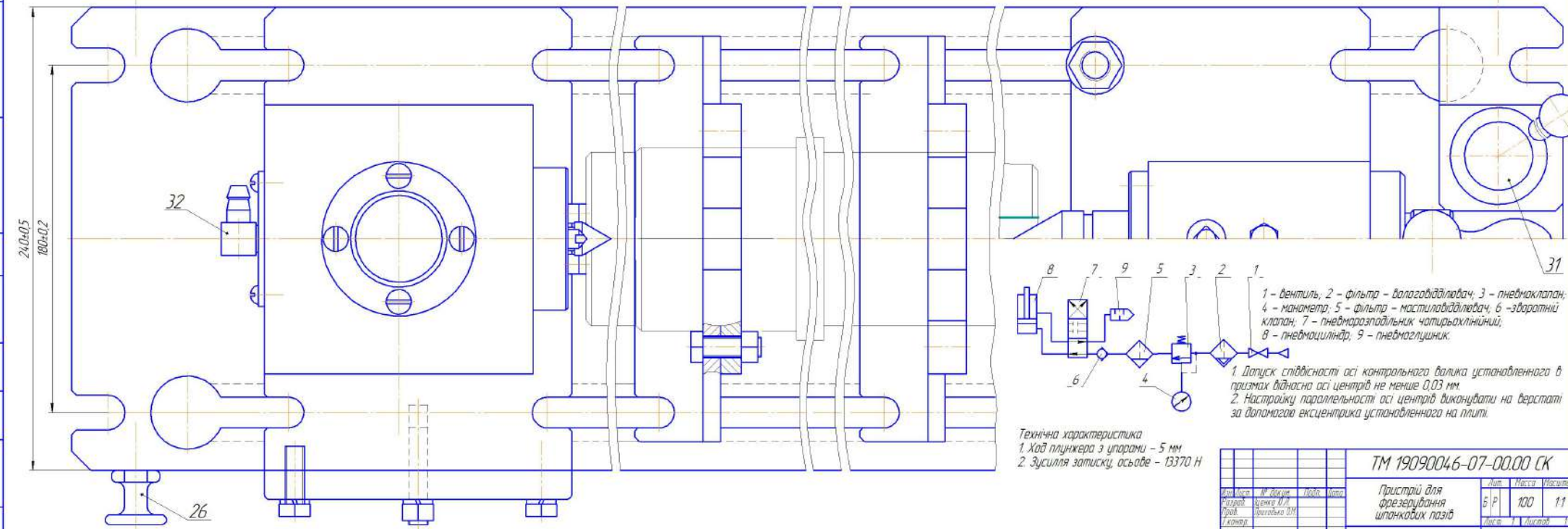
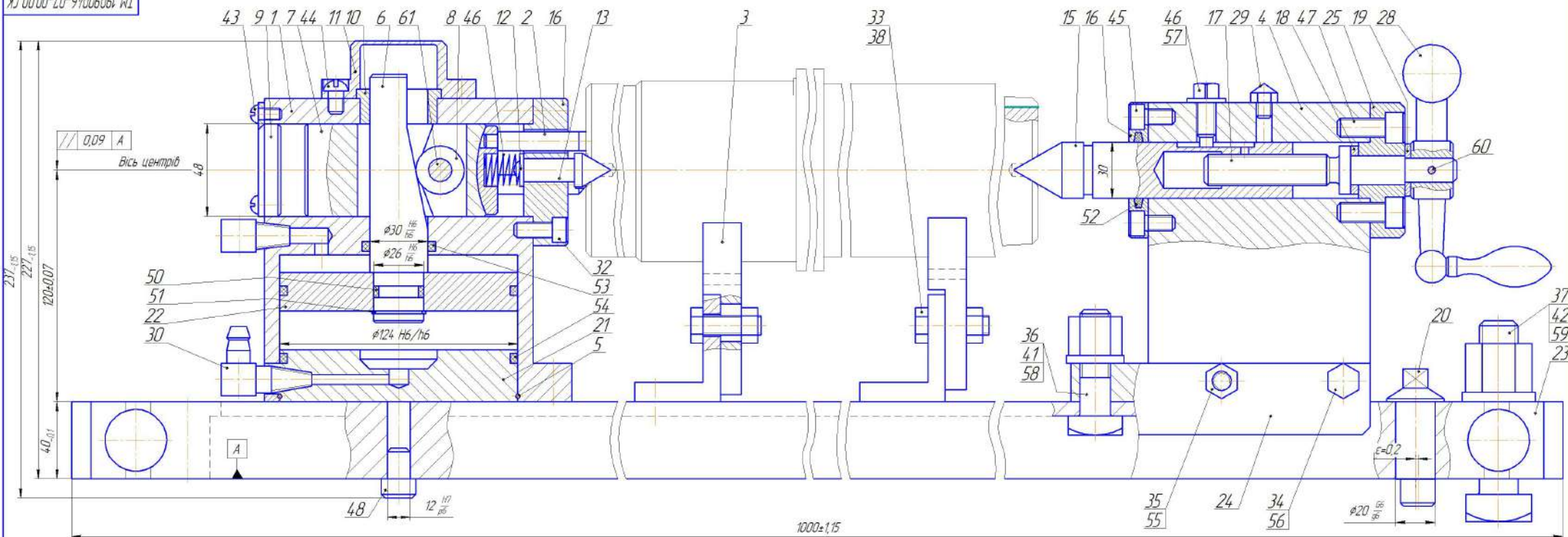


Фрезерна	88	630	2	0,2	0,307	0,96
Свердлувальна	8,27	815	1,575	0,07	0,2	
Найменування операції	$V, \text{ м/хв}$	$n, \text{ хв}$	$f, \text{ мм}$	$s_z, \text{ мм/об}$	$T_0, \text{ хв}$	$T_{\text{шл}}, \text{ хв}$

Мат. лист	№ док.м.	Мод.	Дата
Розроб.	Ченка В.Л.		
Проб.	Прихавка В.Р.		
Г.контр.			
Н.контр.	Линник О.Д.		
Чтв.	Ванов В.О.		

ТМ 19090046-06-00.00 ОН		
Лист	Масса	Масштаб
Б Р		1:1
Лист	Листов	
Фрезерно-центрувальний верстат МР-71М		
КІ СумДУ, зр.	ТМ-71к	

Лист 1 з 1  
Лист 2 з 2  
Лист 3 з 3  
Лист 4 з 4  
Лист 5 з 5  
Лист 6 з 6  
Лист 7 з 7  
Лист 8 з 8  
Лист 9 з 9  
Лист 10 з 10  
Лист 11 з 11  
Лист 12 з 12  
Лист 13 з 13  
Лист 14 з 14  
Лист 15 з 15  
Лист 16 з 16  
Лист 17 з 17  
Лист 18 з 18  
Лист 19 з 19  
Лист 20 з 20  
Лист 21 з 21  
Лист 22 з 22  
Лист 23 з 23  
Лист 24 з 24  
Лист 25 з 25  
Лист 26 з 26  
Лист 27 з 27  
Лист 28 з 28  
Лист 29 з 29  
Лист 30 з 30  
Лист 31 з 31  
Лист 32 з 32  
Лист 33 з 33  
Лист 34 з 34  
Лист 35 з 35  
Лист 36 з 36  
Лист 37 з 37  
Лист 38 з 38  
Лист 39 з 39  
Лист 40 з 40  
Лист 41 з 41  
Лист 42 з 42  
Лист 43 з 43  
Лист 44 з 44  
Лист 45 з 45  
Лист 46 з 46  
Лист 47 з 47  
Лист 48 з 48  
Лист 49 з 49  
Лист 50 з 50  
Лист 51 з 51  
Лист 52 з 52  
Лист 53 з 53  
Лист 54 з 54  
Лист 55 з 55  
Лист 56 з 56  
Лист 57 з 57  
Лист 58 з 58  
Лист 59 з 59  
Лист 60 з 60  
Лист 61 з 61  
Лист 62 з 62  
Лист 63 з 63  
Лист 64 з 64  
Лист 65 з 65  
Лист 66 з 66  
Лист 67 з 67  
Лист 68 з 68  
Лист 69 з 69  
Лист 70 з 70  
Лист 71 з 71  
Лист 72 з 72  
Лист 73 з 73  
Лист 74 з 74  
Лист 75 з 75  
Лист 76 з 76  
Лист 77 з 77  
Лист 78 з 78  
Лист 79 з 79  
Лист 80 з 80  
Лист 81 з 81  
Лист 82 з 82  
Лист 83 з 83  
Лист 84 з 84  
Лист 85 з 85  
Лист 86 з 86  
Лист 87 з 87  
Лист 88 з 88  
Лист 89 з 89  
Лист 90 з 90  
Лист 91 з 91  
Лист 92 з 92  
Лист 93 з 93  
Лист 94 з 94  
Лист 95 з 95  
Лист 96 з 96  
Лист 97 з 97  
Лист 98 з 98  
Лист 99 з 99  
Лист 100 з 100



Технічна характеристика  
 1. Хід плунжера з упорами - 5 мм  
 2. Зусилля затиску осьове - 13370 Н

ТМ 19090046-07-00.00 СК				
Вид	Маса	№ докум.	Ізоб.	Масштаб
Розроб	Цейка В.П.			
Проб.	Пашинська О.М.			
Г.контр.				
Виконав	Фісунко О.В.			
Суб.	Вілюв В.В.			
Пристрій для фрезерування шпандових пазів		Лист	Міста	Масштаб
		6	Р	100 11
6Д91		КіСумДУ.зр.ТМ-71к		

Лист 6 з 6  
 6Д91  
 19090046-07-00.00 СК